



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND

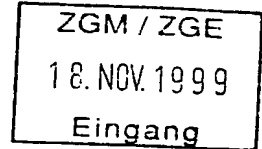


DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 198 18 215 A 1**

⑳ Aktenzeichen: 198 18 215.5  
㉑ Anmeldetag: 24. 4. 98  
㉒ Offenlegungstag: 18. 11. 99

㉓ Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**H 04 Q 7/20**  
H 04 Q 7/34  
H 04 B 7/26  
G 08 C 17/02



DE 198 18 215 A 1

㉔ Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

㉕ Erfinder:  
Kowalewski, Frank, Dr., 37085 Göttingen, DE

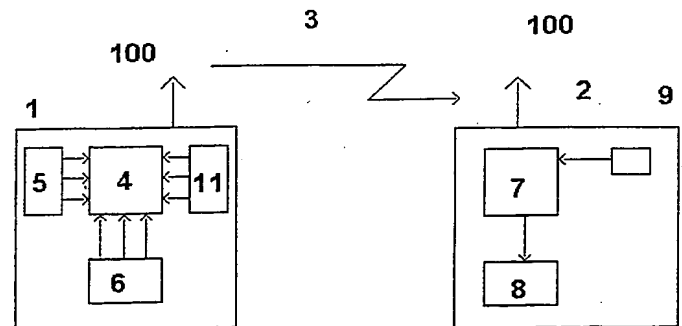
㉖ Entgegenhaltungen:  
DE 196 23 667 A1  
EP 08 66 567 A2  
EP 07 17 505 A2  
WO 97 01 226 A1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

㉗ Verfahren für die Übertragung von Daten und Vorrichtung für die Übertragung von Daten

㉘ Es wird ein Verfahren für die Übertragung von Daten zwischen einer Basisstation (1) und mehreren Mobilstationen (2) über Funkkanäle (3) vorgeschlagen, wobei sich die Datenströme jeweils in einem Code unterscheiden. In einem Modulator (4) wird eine Vorentzerrung der Signale vorgenommen, bei der die Übertragungseigenschaften aller Funkkanäle (3) und die unterschiedlichen Codes aller Funkkanäle (3) berücksichtigt werden (Fig. 3).



**BEST AVAILABLE COPY**

DE 198 18 215 A 1

## Beschreibung

## Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren bzw. einer Vorrichtung nach der Gattung der unabhängigen Patentansprüche. Aus einem Artikel von A. Klein, G.K. Kaleh und P.W. Baier: "Zero Forcing and Minimum Mean-Square-Error Equalization for Multiuser Detection in Code-Division Multiple-Access Channels", IEEE Trans. Vehic. Tech., Bd. 45 (1996), 276-287 sind bereits Verfahren bekannt, die sogenannte Inter-Symbol-Interferenzen (ISI) zwischen Datensymbolen eines Nutzers und Multiple-Access-Interferenzen (MAI), d. h. Störungen durch andere Nutzer, in einem Empfänger von Funkdaten berücksichtigen. Es werden somit alle Störungen der Übertragung beim Empfänger berücksichtigt. Bei der Verwendung derartiger Verfahren in Mobiltelefonsysteme bzw. Mobilfunksysteme werden die einzelnen mobilen Stationen sehr aufwendig, da dieses Verfahren hohe technische Anforderungen an den Empfänger stellt.

## Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren bzw. die erfindungsgemäße Vorrichtung hat demgegenüber den Vorteil, daß alle Störungen, die durch die Funkübertragung auftreten können, beim Sender berücksichtigt werden. Die Empfänger der Daten können daher besonders einfach ausgelegt werden.

Besonders vorteilhaft ist dies für die Übertragung von Daten von einer Basisstation zu einer Mehrzahl von Mobilstationen. Für die Rückübertragung kann dann ein Verfahren oder eine Vorrichtung benutzt werden, welche alle Störungen auf der Seite des Empfängers berücksichtigt, so daß die einzelnen Mobilstationen eines Mobiltelefonsystems besonders einfach ausgelegt werden können. Das erfindungsgemäße Verfahren bzw. die erfindungsgemäße Vorrichtung kann aber auch zur Datenübertragung von Mobilstationen zu Basisstationen verwendet werden. Besonders einfach erfolgt die Messung der Übertragungsqualität bzw. der Kanalimpulsantwort in der Basisstation, und kann gegebenenfalls von dort aus verteilt werden.

## Zeichnungen

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen die Fig. 1 den allgemeinen Aufbau eines Mobilfunksystems bzw. eines Mobiltelefonsystems, Fig. 2 ein herkömmliches System nach dem Stand der Technik, Fig. 3 die erfindungsgemäße Datenübertragung von einer Basisstation zu einer Mobilstation und Fig. 4 die erfindungsgemäße Datenübertragung von einer Mobilstation zu einer Basisstation.

## Beschreibung

In der Fig. 1 wird schematisch eine Funkzelle eines zellularen Mobiltelefonsystems bzw. Mobilfunksystems mit einer Basisstation 1 und mehreren Mobilstationen 2 dargestellt. Wesentlich an diesem System ist, daß ein Austausch von Daten immer nur zwischen der Basisstation 1 und den Mobilstationen 2 erfolgt und kein direkter Datenaustausch zwischen den Mobilstationen 2 möglich ist. Entsprechend wird die Basisstation 1 auch als Zentralstation und die Mobilstationen 2 als Peripheriestationen bezeichnet. Der Austausch von Daten zwischen der Basisstation 1 und der Mobilstation 2 erfolgt durch Funkübertragung. Die Funkübertragung von der Basisstation 1 zu einer Mobilstation 2 wird dabei als Downlink und die Datenübertragung von einer Mobilstation 2 zur Basisstation 1 als Uplink bezeichnet. Bei einem derartigen, in der Fig. 1 dargestellten System, mit einer Zentral- oder Basisstation 1 und mehreren Peripherie- oder Mobilstationen 2 ist festzulegen wie die Daten für die verschiedenen Mobilstationen moduliert werden, damit sie in den Empfängern der verschiedenen Mobilstationen getrennt detektiert werden können. Bei dem System nach der Fig. 1 handelt es sich um ein sogenanntes CDMA-System (Code division multiple access), bei dem für die Datenübertragung ein gemeinsames Frequenzband zur Verfügung steht, wobei sich die einzelnen Datenkanäle zwischen der Basisstation 1 und den jeweiligen Mobilstationen 2 hinsichtlich eines Codes unterscheiden, mit dem das Signal für die entsprechende Mobilstation 2 gespreizt wird. Durch diese Spreizung mit dem Code wird jedes Signal das zwischen der Basisstation 1 und einer bestimmten Mobilstation 2 ausgetauscht werden soll, über das gesamte zur Verfügung stehende Spektrum verteilt. Jedes einzelne zu übertragende Informationsbit wird dabei in eine Vielzahl kleiner "Chips" zerlegt. Dadurch wird die Energie eines Bits über das gesamte Frequenzspektrum verteilt, welches dem CDMA-System zur Verfügung steht.

In der Fig. 2 werden herkömmliche Systeme anhand einer Downlink-Übertragung näher erläutert. Die Fig. 2 zeigt eine Basisstation 1 und eine Mobilstation 2, die jeweils eine Antenne 100 aufweisen. Die beiden Stationen tauschen hier durch einen Downlink-Funkkanal 3 Daten aus. Die Basisstation 1 weist einen Modulator 4 auf, der die Datenströme von Datenquellen 6 für die Übertragung über den Funkkanal 3 aufbereitet. Dazu benötigt der Modulator 4 noch Codeinformationen, die von einem Codegenerator 5 zur Verfügung gestellt werden. Exemplarisch werden in der Fig. 2 drei Pfeile von den Datenquellen 6 zum Modulator 4 und drei Pfeile vom Codegenerator 5 zum Modulator 4 gezeigt, die drei unterschiedliche Datenströme bzw. drei unterschiedliche Codeinformationen repräsentieren. Im realen System wird eine wesentlich größere Anzahl von Datenströmen und Codeinformationen gleichzeitig verarbeitet.

Der Modulator 4 erzeugt aus den Datenströmen und den Codeinformationen ein Sendesignal, welches allen Mobilstationen 2 zugesendet wird. In der Fig. 2 wird exemplarisch nur eine empfangende Mobilstation 2 dargestellt. Bei einer einzigen Mobilstation 2 mit einem einzigen Datenstrom würde in der Basisstation 1 eine Codeinformation benötigt. Die Basisstation 1 sendet jedoch in der Regel gleichzeitig über mehrere Funkkanäle 3 zu mehreren Mobilstationen 2, deren jeweiligen Daten mit verschiedenen Codes moduliert sind. Die weiteren Mobilstationen 2 werden aus Vereinfachungsgründen in der Fig. 2 nicht dargestellt.

Bei der Übertragung über den Funkkanal 3 treten nun eine Vielzahl von Störungen auf. Eine erste Störung wird dabei als ISI (Intersymbolinterferenz) bezeichnet und resultiert daher, daß ein ausgesandtes Funksignal über mehrere verschie-

den Pfaden zum Empfänger gelangen kann, wobei sich die Ankunftszeiten beim Empfänger geringfügig unterscheiden. Es handelt sich somit um eine Störung, die in dem betreffenden Funkkanal dadurch entsteht, daß zeitlich vorhergehend ausgesandte Signale aktuell empfangene Signale stören (daher: Inter-Symbol-Interferenz). Eine weitere Störung erfolgt dadurch, daß mehrere Datenströme gleichzeitig übertragen werden, die sich nur hinsichtlich des Codes unterscheiden. Diese Störung tritt auf, wenn die Basisstation 1 mit mehreren Mobilstationen 2 gleichzeitig in Funkkontakt steht, was bei modernen Mobiltelefonsystemen den Regelfall darstellt. Es handelt sich somit um eine Störung, die von den Signalen unterschiedlicher Benutzer ausgeht und die daher auch als MAI (multiple access interference) bezeichnet wird.

Die Fig. 2 zeigt den Empfangsteil einer Mobilstation 2 die zum Empfang von Downlinkdaten über den Funkkanal 3 bestimmt ist. Dafür ist ein Demodulator 7 vorgesehen, der die über die Antenne 100 empfangenen Funksignale verarbeitet. Der Demodulator 7 verarbeitet die empfangenen Signale, um daraus einen Datenstrom für einen Datennutzer 8 zu erzeugen. Wenn die übertragenen Daten z. B. Sprachinformationen darstellen handelt es sich bei dem Nutzer 8 um einen Sprachdecoder, bei anderen Daten beispielsweise um einen Rechner oder Fax-Gerät. In der Regel weisen Mobilstationen nur einen einzigen Datennutzer 8 und somit auch nur einen einzigen Datenstrom auf. Bei völlig ungestörter Übertragung über den Funkkanal 3 bräuchte der Demodulator 7 zur Demodulation nur die Codeinformation der zu detektierenden Daten für den Nutzer 8 zu kennen. Aufgrund der oben beschriebenen Störungen ist dies jedoch nicht ausreichend. Um ISI zu berücksichtigen ist ein Kanalschätzer 10 erforderlich, der Informationen über die Übertragungseigenschaften d. h. die Kanalimpulsantwort des Funkkanals 3 für die betreffende Mobilstation 2 zur Verfügung stellt. Zur Kompensation vom MAI müssen der Mobilstation 2 außerdem sämtliche in der Basisstation verwendeten Codes bekannt sein. Dafür ist ein Codegenerator 9 vorgesehen, der neben der Codeinformation der hier zu detektierenden Daten, Codeinformationen über alle im System genutzten Codes zur Verfügung stellt. Dieses Verfahren wird auch als "joint detection" bezeichnet. Die Mobilstationen, die auf diese Weise zum Empfang von Daten von der Basisstation 1 ausgelegt sind, sind relativ aufwendig.

Das erfindungsgemäße Verfahren, bzw. die erfindungsgemäße Vorrichtung wird nun anhand der Fig. 3 näher erläutert, in der ebenfalls die Downlinkübertragung von einer Basisstation 1 zu einer Mobilstation 2 gezeigt wird. In der Fig. 3 weist die Basisstation 1 ebenfalls einen Modulator 4 auf, der die Sendesignale für eine Antenne 100 der Basisstation 1 erzeugt. Der Modulator 4 erhält mehrere Datenströme aus Datenquellen 6 die mit Codeinformationen eines Codegenerators 5 gespreizt werden. Zusätzlich ist noch ein Kanalschätzer 11 vorgesehen, der Informationen über die Übertragungseigenschaften aller Funkkanäle 3 zur Verfügung stellt. Der Modulator 4 erzeugt hier ein Sendesignal welches sowohl die ISI als auch die MAI berücksichtigt. Dabei ist das Sendesignal jeweils so ausgelegt, daß jede der Mobilstationen 2 beim Empfang (soweit dies möglich ist) ein störungsfreies Signal erhält. Dabei werden sowohl die Störungen, die durch die gleichzeitige Verwendung mehrerer Codes entstehen, als auch die Störungen, die durch die Übertragungseigenschaften der einzelnen Funkkanäle entstehen, berücksichtigt. Entsprechend einfach ist dann in der Fig. 3 der Empfänger der Daten, die Mobilstation 2 aufgebaut. Diese weist einen Demodulator 7 auf, der das Signal der Antenne 100 erhält. Diesem Demodulator 7 muß nur noch die Codeinformation für den betreffenden Datenstrom von einem Codegenerator 9 zur Verfügung gestellt werden, woraus dann der Demodulator 7 den Datenstrom für den Datennutzer 8 erzeugt. Die Mobilstationen sind hier somit besonders einfach aufgebaut.

In der Fig. 3 wurde dargestellt, daß bei der Downlinkübertragung vorteilhafterweise alle Störungen des Funkkanals in der sendenden Station, bei Downlinkübertragung also in der Basisstation, berücksichtigt werden. Der Downlinkteil der Mobilstation 2 kann daher besonders einfach aufgebaut sein. Um die Mobilstationen 2 auch für den Uplinkpfad, das heißt für das Senden von Daten von der Mobilstation 2 zur Basisstation 1 einfach zu halten, könnte für diese Übertragung das Verfahren, entsprechend zur Fig. 2, verwendet werden, bei der die Berücksichtigung der ISI und MAI in der empfangenden Station, das heißt wieder in der Basisstation erfolgt. Es wird so ein System möglich, bei dem die Mobilstationen besonders einfach aufgebaut sind, da die Berücksichtigung von ISI und MAI ausschließlich in der Basisstation erfolgt. In einem entsprechenden TDD-System ist es auch sehr einfach möglich die Kanalübertragungseigenschaften durch den Kanalschätzer 11 in der Basisstation 1 zu erhalten, indem die Eigenschaften der jeweiligen Übertragungskanäle durch Auswertung der empfangenen Uplink-Daten in der Basisstation ermittelt werden können. Weiterhin kann die Kanalimpulsantwort bzw. Kanalqualität auch durch ein Datentelegramm von der Mobilstation an die Basisstation übermittelt werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann auch zur Sendung von Daten von der Mobilstation 2 hin zur Basisstation 1 verwendet werden. Dies wird in der Fig. 4 dargestellt. Die Mobilstation 2 ist hier im Uplink, d. h. mit dem Modulator 4, der einen Datenstrom einer Datenquelle 6 aufbereitet, dargestellt. Um die Übertragungseigenschaften aller im System verwendeten Funkkanäle 3 und Codes zu berücksichtigen, ist ein Codegenerator 5 vorgesehen, der die Codeinformationen aller im System verwendeten Codes dem Demodulator 4 übergibt und ein Kanalschätzer 11 der die Übertragungseigenschaften aller Funkkanäle liefert. Die Informationen über die Übertragungseigenschaften aller Kanäle könnten der Mobilstation 2 durch die Basisstation 1 zur Verfügung gestellt werden. Im Modulator 4 werden die Störungen durch Mehrwegeübertragung des Funkkanals 3 und durch gleichzeitige Übertragung mehrerer Datenströme bei der Generierung des Funksignals berücksichtigt. Das Funksignal wird über die Antenne 100 und die Funkstrecke 3 an die Basisstation 1 gesendet. Die Basisstation 1 empfängt nicht nur die Daten, der in der Fig. 4 gezeigten Mobilstation 2, sondern gleichzeitig auch noch die Funksignale anderer in der Fig. 4 nicht dargestellter Mobilstationen. Der Demodulator 7 der Basisstation 1 bekommt entsprechend vom Codegenerator 9 alle Codeinformationen zugespielt und dekodiert mehrere Datenströme für mehrere Datennutzer 8. Es ist hier jedoch nicht mehr notwendig einen Kanalschätzer für die Dekodierung vorzusehen.

Das Verfahren mit dem die Übertragungseigenschaften aller Funkstrecken (ISI) und die Codes aller Funkstrecken (MAI) berücksichtigt werden, wird im folgenden durch mathematische Formeln beschrieben. Diese Formeln können entweder durch ein entsprechendes Programm oder entsprechende Hardwarebausteine, die diese Formeln implementieren realisiert werden.

## Punkt zu Mehrpunkt-Übertragung

Dieses Beispiel entspricht der Fig. 3, d. h. der Übertragung von einer Basisstation 1 zu mehreren Mobilstationen 2, wobei in Fig. 3 nur eine Mobilstation exemplarisch dargestellt ist.

Es sei ein zeitdiskretes Mehrfachübertragungssystem mit blockweiser Übertragung vorausgesetzt. Sei  $\underline{d}^{(k)} = (d^{(k)}_1, \dots, d^{(k)}_M)$ ,  $k = 1, \dots, K$  der Vektor der  $M$  zu übertragenden Datensymbole eines Datenblocks des  $k$ -ten Nutzers,  $\underline{d} = (d^{(1)}, \dots, d^{(K)})$  bezeichnet die Zusammenfassung aller zu übertragenden Datensymbole. Jedem der  $K$  Nutzer sei ein CDMA-Code  $\underline{c}^{(k)} = (c^{(k)}_1, \dots, c^{(k)}_Q)$ ,  $K = 1, \dots, K$  der Länge  $Q$  zugeordnet. Durch Spreizung der zu übertragenden Datenbits mit den CDMA-Codes, wird jedes Bit auf  $Q$  sogenannte Chips verteilt. Eine Chiptaktperiode beträgt dabei genau  $1/Q$  der Bittaktperiode. Mit der Code-Matrix

$$C^{(k)} = \underbrace{\begin{pmatrix} \underline{c}^{(k)T} & 0 & 0 \\ 0 & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & \underline{c}^{(k)T} \end{pmatrix}}_M \Bigg\} M \cdot Q, \quad k = 1, \dots, K$$

$$\underline{c}^{(k)T} = \text{transponierter Vektor } \underline{c}^{(k)}$$

des  $k$ -ten Nutzers, läßt sich die Spreizung eines Datenblocks des  $k$ -ten Nutzers schreiben als:

$$C^{(k)} \cdot \underline{d}^{(k)T}$$

Der gesamte Block von  $M$  Datenbits wird dabei auf  $M \cdot Q$  Chips verteilt. Die Aneinanderreihung der Chiptaktsignale sämtlicher Nutzer ergibt sich zu

$$C \cdot \underline{d}^T$$

wobei die Matrix

$$C = \begin{pmatrix} C^{(1)} & 0 & 0 \\ 0 & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & C^{(K)} \end{pmatrix}$$

die Code-Matrizen aller Nutzer zusammenfaßt.

Die Signale werden nach der Modulation erfindungsgemäß linearisch vorentzerrt. In den Fig. 3 und 4 werden die hier mathematisch getrennt behandelten Schritte der Modulation durch Entzerrung durch den Modulator 4 vorgenommen.

Die Entzerrung sei durch die Matrix  $P$  beschrieben:

$$P \cdot C \cdot \underline{d}^T$$

Die Impulsantwort des  $k$ -ten Übertragungskanal sei bzgl. der Chiptaktfrequenz durch  $\underline{h}^{(k)} = (h^{(k)}_1, \dots, h^{(k)}_W)$  gegeben.  $W$  ist die Anzahl der Chiptaktperioden über die ein Mehrwegeempfang berücksichtigt wird. Durch den Mehrwegekanal werden die Datenblöcke der Chiptaktlänge  $M \cdot Q$  auf  $M \cdot Q + W - 1$  Chiptakte ausgedehnt. Die letzten  $W - 1$  Chiptakte überlagern dabei die ersten  $W - 1$  Chiptakte des nächsten Datenblocks. Der  $k$ -te Demodulator empfängt außer dem Mehrwegesignal i. a. additives Rauschen  $\underline{n}^{(k)} = (n^{(k)}_1, \dots, n^{(k)}_{M \cdot Q + W - 1})$  der Länge  $M \cdot Q + W - 1$ . Mit den Matrizen

$$H^{(k)} = \underbrace{\begin{pmatrix} h^{(k)}_1 & 0 & 0 \\ \vdots & \ddots & 0 \\ h^{(k)}_W & \vdots & h^{(k)}_1 \\ 0 & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & h^{(k)}_W \end{pmatrix}}_{M \cdot Q} \left. \vphantom{\begin{pmatrix} h^{(k)}_1 & 0 & 0 \\ \vdots & \ddots & 0 \\ h^{(k)}_W & \vdots & h^{(k)}_1 \\ 0 & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & h^{(k)}_W \end{pmatrix}} \right\} M \cdot Q + W - 1$$

$$D = \underbrace{\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & \dots \\ 0 & \ddots & 0 & 0 & \ddots & 0 & \dots \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & \dots \end{pmatrix}}_{M \cdot Q \cdot K} \left. \vphantom{\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & \dots \\ 0 & \ddots & 0 & 0 & \ddots & 0 & \dots \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & \dots \end{pmatrix}} \right\} M \cdot Q$$

erhält der k-te Demodulator des Systems also das Signal

$$\underline{s}^{(k)T} = H^{(k)} \cdot D \cdot P \cdot C \cdot \underline{d}^T + \underline{n}^{(k)T}$$

Hierbei summiert die Matrix D die vorentzerrten Chiptaktsignale aller Nutzer, um sie über eine Antenne abstrahlen zu können.

Ein geeigneter Demodulator entsprechend Fig. 3, kann als einfaches "matched filter" ausgebildet sein, welches das empfangene Chiptaktsignal mit den CDMA-Codes des gewünschten Datensignals entspreizt. Dieser "matched filter"-Empfänger (1-Finger-Rake-Empfänger) zum k-ten Nutzercode  $\underline{C}^{(k)}$

$$R^{(k)} = \underbrace{\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & & \\ \underline{c}^{(k)T} & 0 & \\ 0 & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & \underline{c}^{(k)T} \end{pmatrix}}_M \left. \vphantom{\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & & \\ \underline{c}^{(k)T} & 0 & \\ 0 & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & \underline{c}^{(k)T} \end{pmatrix}} \right\} M \cdot Q + W - 1$$

demoduliert das Empfangssignal zu

$$\underline{\hat{d}}^{(k)T} = R^{(k)H} \cdot \underline{s}^{(k)T}$$

$R^{(k)H}$  = konjugiert transponierte Matrix  $R^{(k)}$

Mit den Zusammenfassungen

$$R = \begin{pmatrix} R^{(1)} & 0 & 0 \\ 0 & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & R^{(K)} \end{pmatrix}$$

$$H = \begin{pmatrix} H^{(1)} & 0 & 0 \\ 0 & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & H^{(K)} \end{pmatrix}$$

$$\underline{n} = (\underline{n}^{(1)}, \dots, \underline{n}^{(K)})$$

erhält man als Gesamtvektor aller demodulierter Signale:

$$\underline{\hat{d}} = R^H \cdot H \cdot D^T \cdot D \cdot P \cdot C \cdot \underline{d}^T + R^H \cdot \underline{n}^T$$

Die  $M \cdot K \times M \cdot Q \cdot K$ -Matrix  $R^H \cdot H \cdot D^T \cdot D$  hat i. a. den Rang  $M \cdot K$ . Daher ist  $(R^H \cdot H \cdot D^T \cdot D) \cdot (R^H \cdot H \cdot D^T \cdot D)^H$

invertierbar und es existiert

$$P = (R^H \cdot H \cdot D^T \cdot D)^H \cdot [(R^H \cdot H \cdot D^T \cdot D) \cdot (R^H \cdot H \cdot D^T \cdot D)^H]^{-1} \cdot \underline{d}^T \times \\ \times \frac{1}{\|C \cdot \underline{d}^T\|^2} \cdot (C \cdot \underline{d}^T)^H$$

Mit dieser Wahl wird

$$\hat{\underline{d}}^T = \underline{d}^T + R^H \cdot \underline{n}^T$$

$R^H$  liefert also die gesendeten Datensymbole  $\underline{d}^T$  und additives Rauschen. Trotz Verwendung eines sehr einfachen Empfängers enthält das detektierte Signal weder ISI noch MAI. Diese Störungen werden senderseitig durch Vorentzerrung beseitigt.

### Zweites Beispiel

#### Mehrpunkt zu Punkt-Übertragung

Dieses Ausführungsbeispiel entspricht der Fig. 4.

Mit den Bezeichnungen des ersten Ausführungsbeispiels und zusätzlich

$$D' = \underbrace{\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & \dots \\ 0 & \ddots & 0 & 0 & \ddots & 0 & \dots \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & \dots \end{pmatrix}}_{K \cdot (M \cdot Q + W - 1)} \left. \vphantom{\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & \dots \\ 0 & \ddots & 0 & 0 & \ddots & 0 & \dots \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & \dots \end{pmatrix}} \right\} M \cdot Q + W - 1$$

$P'$  = Vorentzerrer-Matrix für Mehrpunkt zu Punkt-Übertragung

demoduliert der "matched filter"-Empfänger  $R^H$  das Gesamtempfangssignal zu

$$\hat{\underline{d}}^T = R^H \cdot D'^T \cdot D' \cdot H \cdot P' \cdot C \cdot \underline{d}^T + R^H \cdot \underline{n}^T$$

Mit der Wahl

$$P' = (R^H \cdot D'^T \cdot D' \cdot H)^H \cdot [(R^H \cdot D'^T \cdot D' \cdot H) \cdot (R^H \cdot D'^T \cdot D' \cdot H)^H]^{-1} \cdot \underline{d}^T \times \\ \times \frac{1}{\|C \cdot \underline{d}^T\|^2} \cdot (C \cdot \underline{d}^T)^H$$

wird auch hier:

$$\hat{\underline{d}}^T = \underline{d}^T + R^H \cdot \underline{n}^T$$

### Patentansprüche

1. Verfahren für die Übertragung von Daten zwischen einer Basisstation (1) und mehreren Mobilstationen (2) über Funkkanäle (3), wobei die Daten unterschiedlicher Mobilstationen mit unterschiedlichen Codes gespreizt werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß in einem Modulator (4) eine Vorentzerrung der zu übertragenden Signale vorgenommen wird, und daß bei der Vorentzerrung die Übertragungseigenschaften aller Funkkanäle (3) und alle unterschiedlichen Codes berücksichtigt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Daten von einer Basisstation (1) zu einer Mehrzahl von Mobilstationen (2) übertragen werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Daten von einer Mehrzahl von Mobilstationen (2) zu einer Basisstation (1) übertragen werden.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Übertragungseigenschaften der Funkkanäle (3) aus Datenübertragungen von den Mobilstationen (2) zur Basisstation (1) durch die Basisstationen (1) ermittelt werden.
5. Vorrichtung für die Übertragung von Daten über mindestens einen Funkkanal, wobei die Vorrichtung in einem System verwendet wird, die eine Basisstation und mehrere Mobilstationen über Funkkanäle (3) verbindet, wobei die Daten unterschiedlicher Mobilstationen mit unterschiedlichen Codes gespreizt werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Modulator (4), ein Codegenerator (5), und ein Kanalschätzer (11) vorgesehen sind, und daß der Modulator (4) eine Vorentzerrung aufgrund der Informationen des Codegenerators (5) und des Kanalschätzers (11) vornimmt.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß Daten von einer Basisstation (1) zu einer Mehrzahl von Mobilstationen (2) übertragen werden.
7. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß Daten von einer Mehrzahl von Mobilstationen (2) zu einer Basisstation (1) übertragen werden.
8. System für die Übertragung von Daten über mindestens einen Funkkanal (3), mit einer Basisstation und mehreren Mobilstationen, wobei die Daten unterschiedlicher Mobilstationen mit unterschiedlichen Codes gespreizt werden, dadurch gekennzeichnet, daß ein Modulator (4), ein Codegenerator (5), und ein Kanalschätzer (11) vorgesehen sind, und daß der Modulator (4) eine Vorentzerrung aufgrund der Informationen des Codegenerators (5) und des Kanalschätzers (11) vornimmt. 5
9. System nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Übertragungseigenschaften der Funkkanäle (3) aus Datenübertragungen von den Mobilstationen (2) zu den Basisstationen (1) durch die Basisstationen (1) ermittelt werden. 10

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -



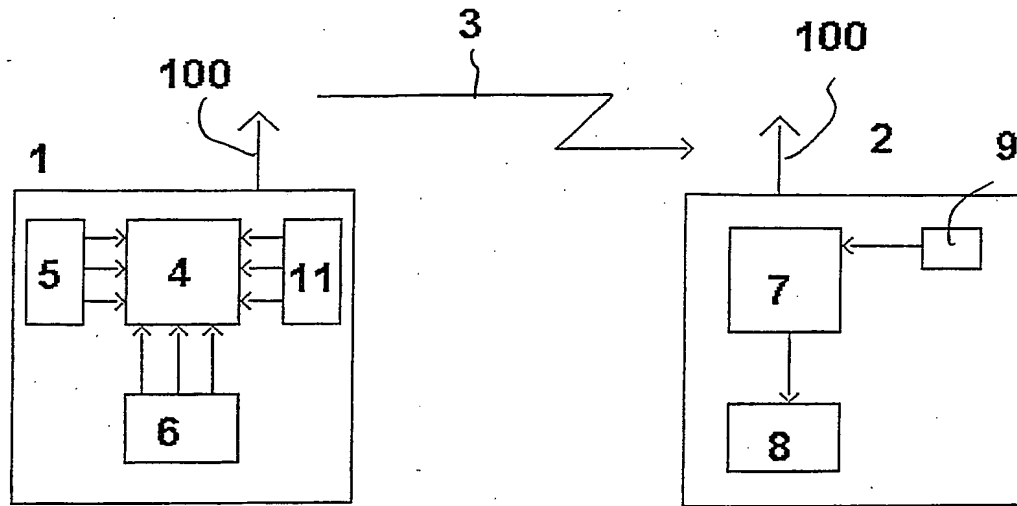


Fig. 3

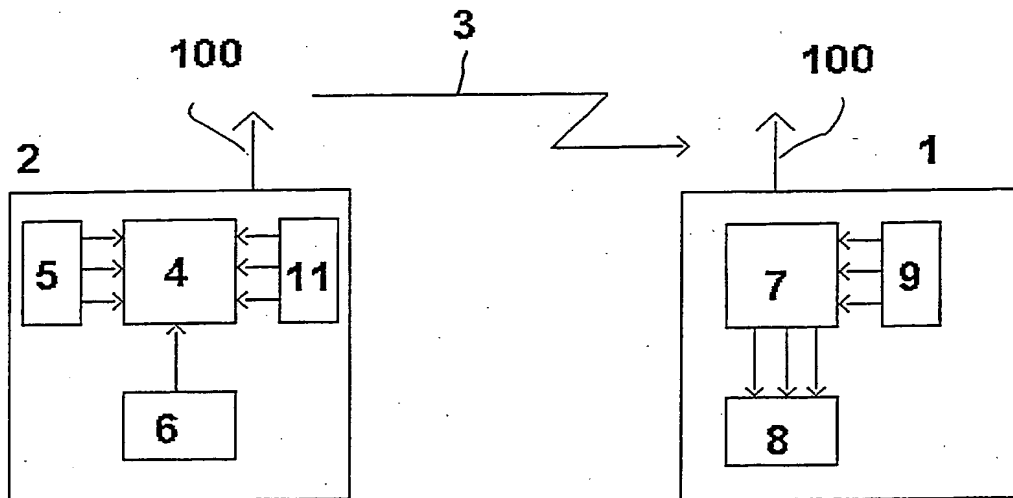


Fig. 4

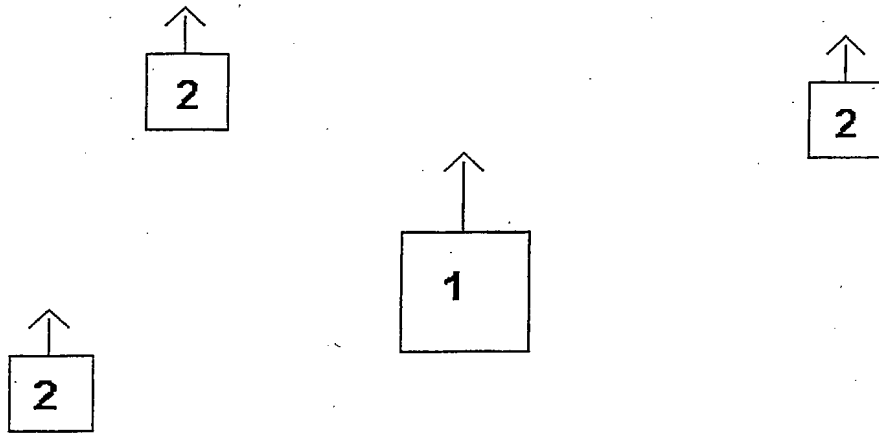


Fig. 1

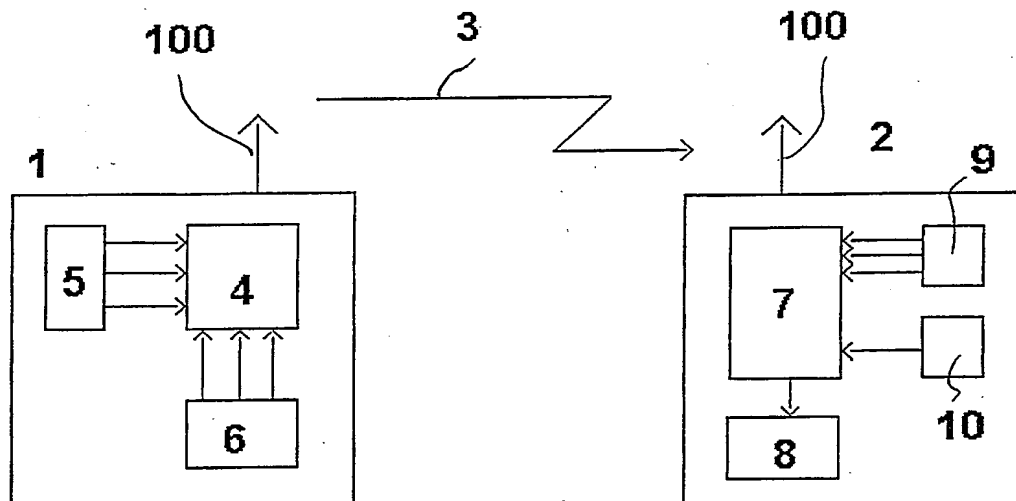


Fig. 2

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**